

*Ensayos Revista de Economía–Volumen XXX, No. 1, mayo 2011, pp. 71-106*

## **Estudio sobre desarrollo económico: principios básicos, modelo y evidencia empírica**

Dmytro Chystilin\*

Fecha de recepción: 6 XII 2010

Fecha de aceptación: 22 II 2011

### **Resumen**

Este artículo está enfocado a la solución del problema principal de la teoría de desarrollo económico mediante una descripción matemática del sistema económico-social durante un periodo largo, en el que se aprecia una de las propiedades naturales del sistema: la transición del estado estable al estado crítico y viceversa; también se observan los cambios de regímenes del funcionamiento del sistema. Se propone un modelo de desarrollo del sistema económico-social basado en una ecuación diferencial no lineal, que muestra las principales propiedades del sistema, tales como: la autoorganización en cuanto al cambio de regímenes de funcionamiento y la reestructuración de política macroeconómica. La ecuación es aplicada sobre las tendencias de crecimiento de la población, capital y calificación del trabajo en un periodo de 30 años, para los siguientes países: Estados Unidos (EEUU), Unión Europea (UE), India, China, Japón, Unión Soviética-Comunidad de Estados Independientes (URSS-CEI). La simulación demuestra la presencia de los ciclos largos de Kondrátiev, con los cambios de los ciclos alrededor de la década de 1990.

**Palabras Clave:** desarrollo económico, desarrollo económico sostenido, modelo de desarrollo económico.

**Clasificación JEL:** O1, O10.

---

\* Department of Economics and Law, Dniepropetrovsk University, Ukraine.

Correo electrónico: [unid@a-teleport.com](mailto:unid@a-teleport.com)

El presente artículo está preparado sobre la base del informe presentado por el grupo de los investigadores de Rusia y Kazajstán durante la mesa redonda “El futuro de las civilizaciones y la estrategia de la colaboración civilizada”, Nueva York: ONU, 27 de octubre de 2009.

### **Abstract**

This article represents an approach to solve the key problem of the economic development theory, a mathematic description of the social and economic system during a long period of time, where one of the most important system property is manifested: a transition from a stable condition, economic development, to that of a crisis and viceversa, and the modification of functional regimes of the system as well. A model of social and economic system development has been presented on the basis of a differential non-linear equation which shows general natural properties of the system: the self-organization in the aspect of functional regime modification and macroeconomic politics restructuring. A numerical equation solution has been made according to the 30 year statistics of countries such as the USA, EU, India, China, Japan, USSR-CIS. The simulation shows the presence of Kondratiev long-term cycles, which means cycle modification around the decade of 1990.

**Keywords:** economic development, sustainable economic development, economic development model.

**JEL Classification:** O1, O10.

### **Introducción**

En la segunda mitad del siglo XX, el interés de los investigadores hacia el problema del desarrollo económico aumentó considerablemente. La divergencia en ganancias entre los países de la comunidad mundial determinó el interés científico en el análisis de las condiciones de crecimiento del bienestar de una nación y el mantenimiento de éstas durante el periodo máximo de tiempo. La necesidad de dicho análisis predestinó el empleo de la simulación matemática en el crecimiento económico.

El objetivo principal de la teoría económica del siglo XX fue el análisis detallado de las condiciones que garantizaran el crecimiento económico prolongado, como se muestra a través de:

- la influencia de inversiones según el modelo de Harrod-Domar en Járrod (1997) y Jansen (1997);
- la del capital humano, tecnologías y crecimiento de la población con el modelo de Solow y el de Solow-Svan en Grossman y Helpman (2001) y en Barro y Sala-i-Martin (2004);
- las modificaciones tecnológicas que usan modelos de Ramsey, Brown, Romer y el modelo de dos sectores de Uzawa-Lucas, en Barro y Sala-i-Martin (2004) y en Foley y Michel (1999);

- la influencia de factores externos e incluso la difusión de tecnologías, migración y crecimiento demográfico, contaminación medioambiental, que son modelos del crecimiento endógeno en Aghion y Howitt (1998), entre otros.

Las categorías de estabilidad y las del desarrollo económico sostenido para el mantenimiento del crecimiento económico estable, como las conocemos hoy, fueron introducidas en las investigaciones de Rostow (1956) y de Kuznets (1973), quienes llevaron a efecto los enfoques de la formación de modelos del desarrollo económico, incluso los que abordaban las modificaciones estructurales en la economía. Por ejemplo, el modelo de dos sectores de A. Lewis que más tarde fue ampliado y formalizado por J. Fahey y G. Ranis, el modelo de Chenery, entre otros (Todaro, 1997). En el pensamiento científico contemporáneo hay numerosas investigaciones sobre los modelos de crecimiento económico cíclico (Ryzhenkov, 2002) conforme a las teorías de Kondrátiev (1989) y Schumpeter (1982). Así, surgió la idea de considerar el desarrollo económico como el mantenimiento del equilibrio económico duradero a través de la política macroeconómica. Las nociones “desarrollo económico sostenido” y “estabilidad” también pertenecen al análisis de las condiciones del crecimiento económico óptimo, las cuales descansan sobre el postulado de la necesidad de superar el crecimiento de la producción nacional con respecto al crecimiento demográfico.

Prácticamente todos los enfoques dirigidos hacia el análisis del desarrollo económico, que se basan en los principios de modelos del crecimiento económico, dejaron fuera del análisis a las economías de los países en vías de desarrollo e inclusive, en la segunda mitad de los años 80 y durante los años 90 del siglo XX, no se realizó el análisis del desarrollo económico de los países con economías en transición. Tales modelos y las teorías que los explican están orientados al análisis de las economías en desarrollo y se basan en los resultados del análisis económico de los países desarrollados, o sea, en la práctica de emplear modelos de crecimiento económico.

En la actualidad, no hay respuestas argumentativas adecuadas a las siguientes preguntas: 1) ¿Qué está fuera de óptica de los modelos conocidos del desarrollo económico-social? 2) ¿Por qué éstos no son herramientas cualitativas del análisis durante periodos largos de tiempo? La causa principal de la falta de adecuación de los modelos conocidos del desarrollo económico consiste en, cómo se entiende el significado de las siguientes nociones: “desarrollo”, “estabilidad”, “desarrollo económico sostenido”; por eso, es indispensable el entendimiento profundo del contenido de dichas nociones según el método matemático correspondiente. El análisis revela que los modelos del crecimiento económico y los del desarrollo, derivados de dicho enfoque, “no funcionan” durante largos intervalos y esto también es

así, en las economías de los países con sistema político en periodo de transición. Durante cualquier periodo, las intenciones de modificar cualitativamente las economías en una sociedad están sujetas al fracaso, debido a la ausencia de instituciones que realicen las estrategias de la política económica óptima, basada en el empleo de los modelos conocidos del crecimiento económico. El presente análisis deja claro que los modelos tanto clásico como neoclásico del crecimiento económico describen sólo una etapa en el desarrollo cíclico; es decir, que el equilibrio o estado estacionario del crecimiento económico, son limitados en tiempo.

El principal problema teórico consiste en que el sistema económico-social, siendo complicado de por sí, se caracteriza por su naturaleza también complicada. Este sistema modifica su estado y el régimen de funcionamiento adaptándose a la tensión del ámbito económico mediante el proceso de desarrollo. Dicho sistema transita de la fase estable a la inestable y caótica, con lo cual el régimen de adaptación cambia al de bifurcación de su funcionamiento. Una vez realizada la reestructuración de relaciones, en el estado caótico, se revela que el régimen del funcionamiento de adaptación también vuelve a ser estable. Actualmente, ningún modelo de desarrollo trata de abordar esta característica primaria, natural de sistemas económico-sociales. Esta es la razón por la que estos modelos no son las herramientas cualitativas idóneas para el análisis del desarrollo económico-social.

Este artículo intenta superar tal barrera teórica y elaborar una ecuación de desarrollo que refleje la capacidad del sistema tanto para la autoorganización como para diferentes regímenes de funcionamiento. A partir de esta ecuación, se construye un modelo que sea un instrumento para el análisis de desarrollo de varios sistemas económico-sociales durante periodos largos.

### **1. Enfoque sistémico general de la teoría del desarrollo económico sostenido**

En Chistilin (2004), se formuló la teoría del desarrollo y la autoorganización del sistema económico-social, fueron determinadas las categorías correspondientes, se explicó el mecanismo y se mostró la conexión entre la autoorganización y el desarrollo del sistema económico-social, presentando la autoorganización como un mecanismo institucional del desarrollo de dicho sistema. Más adelante se hará una breve referencia a los planteamientos fundamentales y necesarios para el entendimiento completo del material a exponer.

La teoría general de sistemas y de la información presentan otras maneras de entender cualitativamente el fenómeno de desarrollo económico, interpretado

habitualmente como crecimiento económico duradero. El desarrollo se aclara como un proceso de acumulación de la información estructural que eleva el nivel de la organización del sistema. Según la teoría general de sistemas, el desarrollo es una modificación del estado sistémico durante un periodo largo. Cada estado del sistema tiene características estructurales y cuantitativas propias. Así, en el proceso del desarrollo del sistema, las características estructurales y cuantitativas se modifican, lo que demuestra una evolución de la estructura de este mismo sistema, que le permite adaptarse a la influencia del medio exterior. En el sistema económico, la presión del medio es el crecimiento de la población y la escasez de recursos naturales. La adaptación del sistema se realiza mediante la acumulación de la información estructural, lo que favorece la estabilidad sobre la base del aumento del tamaño de la organización del sistema.

Según todo lo expuesto, es posible afirmar que un modelo del desarrollo económico debe comprender un parámetro que caracterice la estructura del sistema económico en cuanto a las condiciones y las reglas de la interacción de los agentes económicos. La resolución numérica de este modelo debe presentar una evolución de dicha estructura, que asegure la estabilidad del sistema social; es decir, que mantenga su integridad durante mucho tiempo. La organización política y la estructura de la política macroeconómica integran la estructura del sistema económico-social. De ese modo, la categoría de “estabilidad” adquiere un nuevo significado.

En la teoría sobre la estabilidad que proviene de la contribución científica de Poincaré y de Liapunov, se encuentra el modo de responder a dos preguntas clave: ¿qué se investiga, precisamente, según el punto de vista de la estabilidad? y en cuánto a la estabilidad, ¿con relación a qué se investiga? (Malkin, 1966; Filátov, 2003).

A partir de lo expuesto en el contexto del entendimiento sistémico y el de información del desarrollo económico sostenido del sistema social, se puede resumir lo siguiente. Es relevante la estabilidad del proceso de desarrollo del sistema social compuesto del subsistema político y del económico. El subsistema político es la característica estructural mientras que el económico representa los índices cuantitativos de su estado. Se investiga la estabilidad como un factor del mantenimiento de la integridad del sistema social durante un periodo largo con respecto al crecimiento de la población, y en condiciones de escasez de recursos.

El desarrollo económico sostenido del sistema social es un cambio sucesivo y periódico de sus estados, en un intervalo duradero, que está orientado al mantenimiento de la estabilidad (o sea integridad) del sistema, sobre la base de la reestructuración de sus relaciones, es decir, a la evolución de la

estructura del sistema. El desarrollo económico sostenido del sistema social es un cambio sucesivo de sus estados, en donde todas las trayectorias posibles de su desarrollo se acercan al campo de las posiciones sostenidas de las trayectorias mencionadas. Dicho campo está determinado por un conjunto de factores, los cuales caracterizan el régimen del funcionamiento del sistema durante un determinado periodo: la calidad o el tipo de organización política determinan el conjunto de atractores y su estructura; el desarrollo económico sostenido se considera como un movimiento del medio económico cuando la resolución del sistema de ecuaciones diferenciales, predestinadas para la descripción del desarrollo económico en forma de movimiento del medio económico, es estable en cuanto a la influencia del parámetro dirigente.

## **2. Autoorganización de sistemas sociales**

Se sabe que la noción “autoorganización” proviene de la Física y se fijó en las Ciencias sociales al descubrir el fenómeno del caos a través de las obras científicas de Haken (1977), las de Stengers y Prigozhyn (1986) y otros investigadores como Bergé, Pomó y Vidal (1991). En las Ciencias naturales, el término “autoorganización” significa la autocomplejidad de la estructura del sistema en las condiciones de inestabilidad grave del ámbito, con el objetivo de mantener su equilibrio frente a los efectos de factores exteriores. La autoorganización es propia de los seres tanto de la naturaleza viva como de los objetos.

Una de las características de los sistemas sociales, es que la autoorganización se divide en varios niveles:

Nivel 1º o micronivel corresponde al de la lucha competitiva entre los agentes económicos por los recursos escasos y bienes, lo que lleva a su distribución activa en el mercado.

Nivel 2º o macronivel: en este, se presenta la formación autónoma de las reglas del juego económico entre los agentes, la cual se refiere a la distribución de recursos y bienes sobre la base de un subsistema político en forma de política macroeconómica óptima, lo que también mantiene la distribución razonable de recursos y bienes entre los agentes económicos durante un periodo largo.

Nivel 3º o metanivel: es el que corresponde a la reestructuración autónoma de las instituciones del sistema social, a la organización política del sistema mencionado, lo que se observa en la actualidad, tanto en los países en transición como en proceso de transformación.

Así, los dos primeros mecanismos de la autoorganización se realizan dentro de los límites del funcionamiento estable del sistema. El tercero aparece cuando la integridad de este sistema se encuentra bajo amenaza de ser inestable.

Por lo tanto, la optimización perpetua de la distribución de recursos y bienes entre los agentes del sistema es una base para mantener su integridad a lo largo de un periodo y se realiza a través de las actividades independientes de dichos agentes según las reglas de la organización política, es decir, mediante la formación y realización de la política macroeconómica.

### **3. Correlación entre la autoorganización y el desarrollo del sistema social**

El proceso de formular y ejecutar tanto la política macroeconómica óptima como su arreglo flexible, en caso de haber cometido errores, es que se acumula información estructural durante un periodo largo porque, sobre la base de retrocomunicación incluida en la organización política, el sistema recibe la información de su estado corriente, lo compara con el anterior y así propone una decisión administrativa a modo de política macroeconómica. De manera tal, que la interrelación entre la autoorganización y el desarrollo del sistema social se hace evidente.

Lo mismo se observa entre el nivel de la autoorganización y la estabilidad del sistema capaz de optimizar la política macroeconómica y reaccionar a las destructivas modificaciones económicas y sociales. Por autoorganización se entiende el mecanismo de desarrollo del sistema social, en el que la calidad de la organización política determina las capacidades de tal sistema, frente al desarrollo económico sostenido durante la transición de la crisis hacia el crecimiento económico sin conflicto.

### **4. Los principios de la autoorganización y el desarrollo sostenido**

Si el objetivo del desarrollo económico sostenido es mantener la integridad del sistema en condiciones del crecimiento demográfico y de la escasez de recursos, hay que tener en cuenta dos reglas principales:

1) El principio del *mínimum* de la disipación de recursos del sistema que se presenta de la manera siguiente: “Cada estado posterior del sistema distribuye menos recursos que el anterior. En el sentido económico, en cada estado posterior del sistema social, los recursos se distribuyen mejor que en el anterior, lo que crea un incremento del efecto económico que recompensa

el aumento de la presión del ámbito”. El principio del *mínimum* de la disipación, o sea la optimización de la distribución de recursos para la producción y bienes de consumo, disminuye esta disipación de recursos de modo natural. Eso significa que el proceso de la optimización o realización del principio indicado tiene la orientación inversa con respecto a la disipación de recursos o producción  $Y$ . La fuerza  $F$  de resistencia a la disipación de recursos del sistema denominada “el principio del *mínimum* de la disipación de recursos” es diametralmente opuesta al crecimiento económico o aumento de la producción  $Y'$  con coeficiente  $K_S$ , que refleja las peculiaridades estructurales del sistema; lo que significa que los institutos del sistema político realizan un funcionamiento útil para mejorar la distribución de recursos, para producir bienes de consumo, y además, la velocidad de la reacción del sistema político ante los cambios económicos desfavorables, en forma de arreglo de la estructura de la política macroeconómica actual, y el cambio sin conflicto de su orientación -en caso de haber cometido errores- por medio de sustituir el partido en el poder por el de la oposición. En otros términos, es la fuerza que refleja la cantidad de la autoorganización del sistema social  $S$ , lo que puede presentarse, del siguiente modo :

$$S = -Y'K_S \quad (1)$$

donde  $S$ , es la cantidad de la autoorganización;  $Y'$ , el crecimiento económico, es la primera derivada de la serie estadística del PIB durante el periodo de tiempo analizado;  $K_S$ , es el coeficiente que indica la utilidad de la estructura del sistema social de producir un efecto económico durante un largo periodo relacionado con la distribución de recursos para la producción y de bienes de consumo, a modo de formar y realizar la política macroeconómica óptima; por su parte, el signo negativo representa el efecto retroactivo de la fuerza que recompensa la disipación.

2) La regla de retener el potencial sistémico que se expresa: a) Como el potencial económico que consiste en la capacidad del sistema de producir un efecto económico. b) A través de transformarse de un estado a otro durante el desarrollo económico-social, el sistema social retiene constante el potencial económico, lo cual significa que modificando el estado durante el desarrollo económico, el sistema social guarda su capacidad de producir el efecto económico necesario y suficiente para mantener su estabilidad y retener su integridad:  $P_{(E1)} = P_{(E2)} = \text{const}$ ; el potencial económico es la capacidad eventual del sistema económico para producir efecto económico cuando el sistema se transforma de un estado a otro durante el desarrollo económico necesario y suficiente para proveer su integridad o el desarrollo económico sostenido en las condiciones del crecimiento demográfico y la escasez de recursos agotables.



*La formalización matemática del desarrollo sostenido*

El efecto económico  $E_Y$  es el índice de la eficiencia del desarrollo que puede ser presentado del modo siguiente:

$$E_Y = Y''/L'' \quad (2)$$

El potencial de producir efecto económico se considera como la capacidad de mantener la productividad y eficiencia económica de tal sistema, según la cual, cumple la condición  $E_Y = Y''/L'' \geq 1$ , donde  $Y''$  es la segunda derivada del PIB durante un periodo analizado y  $L''$  es la segunda derivada de la serie estadística de la población durante un periodo analizado. El efecto económico, considerado como una característica dinámica del desarrollo, es la aceleración constante de crecimiento del PIB con respecto a los ritmos de crecimiento de la población del sistema social. El mantenimiento de la estabilidad del sistema favorece al potencial en producir efecto económico  $E_Y = Y''/L'' \geq 1 = \text{const.}$

Esta condición también caracteriza al desarrollo sostenido.

**6. Simulación de desarrollo del sistema económico-social<sup>1</sup>**

Según la ecuación ondulatoria de Burgers (ecuación del movimiento del ámbito físico), el desarrollo del sistema económico-social se presenta como una ecuación diferencial no lineal de segundo grado, que se expresa en (1):

$$\frac{dY'}{dt} + Y' \frac{dY'}{dL_Q} = K_s \frac{d^2 Y'}{dL_Q^2} \quad (3)$$

Donde,

$t$  = intervalo de tiempo cuando se examina el sistema;

$Y$  = producción o serie estadística del PIB durante un cierto periodo de investigación;

$L_Q = LK_N$ , trabajo calificado o número de la población durante un periodo de investigación tomando en cuenta la calificación de trabajo, donde  $L$  es la serie estadística de número de la población durante un periodo de investigación;

$N$  = serie estadística de número de la población calificada durante un periodo de investigación;

---

<sup>1</sup> El autor expone detalladamente el enfoque de la simulación, en su artículo: "Pronóstico de la estructura de la economía mundial sobre la base del experimento numérico"// Economía de Ucrania № 9, 2009, pp. 57-67

$K_N$  = coeficiente de calificación de trabajo del sistema económico-social que es indicador del aumento de la información estructural expresada por nuevos conocimientos almacenados.

La producción de conocimientos, su difusión y transición a un estado estructural, o sea tecnologías, equipamiento y otras formas, suponen el trabajo intelectual de la población calificada que se expresa por el aumento de  $N$ . De aquí sigue:

$$K_N = \frac{dN}{dt} = N' \quad (4)$$

La disipación de recursos se expresa por la función productiva  $Y = F(k, L)$ , donde  $k$  es el capital,  $L$  es la fuerza laboral durante periodos largos,  $t \rightarrow \infty$  y  $k \rightarrow 0$ . Para un periodo largo, la función de producción será  $Y = F(L, t)$ .

La distribución óptima de recursos para la producción se expresa por la función de la autoorganización  $S = F(I)$ , donde  $I$ , es la información creada,  $I = F(N)$ ,  $t$  es el tiempo para crearla e introducirla en el sistema. La información es una función del trabajo intelectual de personas calificadas que se determina por  $N$ . De esa forma,  $S = F(N, t)$  se describe por la ecuación  $S = Y'K_S$ .

La cantidad de la autoorganización  $S = Y'K_S$  es la fuerza de resistencia de disipación de recursos del sistema que realiza el método de minimizar esa disipación. Dicha fuerza es contraria al crecimiento económico o a la velocidad de producir bienes  $Y'$  con el coeficiente  $K_S = S/Y'$ , que refleja las características estructurales del sistema, de sus institutos (sistema político), para optimizar la distribución de recursos utilizados en el proceso de producir los bienes de consumo. Este coeficiente también se refiere a la velocidad de reacción del sistema político a las modificaciones económicas desfavorables a modo de reestructurar la estructura de la política macroeconómica actual y a su reorientación en caso erróneo, sin conflicto. En otros términos, es la fuerza que refleja la magnitud de la autoorganización del sistema social  $S$ .

El principio de la administración se basa en la hipótesis de Kondrátiev (2002), en la cual se afirma que el proceso de desarrollo (tendencia) tiene el núcleo del almacenamiento acumulativo de los dos componentes del sistema social: crecimiento de la población  $L$  y acumulación de capital  $k$ . Ambos componentes forman la función productiva  $Y = F(k, L)$ : progreso científico-técnico de Kondrátiev (2002). Si se refiere a un periodo largo  $k \rightarrow 0$ , el progreso científico-técnico se describe como acumulación de conocimientos nuevos (información) o como la función de agrupar personas con formación

universitaria,  $I = F(N, t)$ . Así, la ecuación muestra el traslado convectivo de las peculiaridades básicas del ámbito sobre la base de crecimiento de la población, tomando en cuenta la acumulación de conocimientos nuevos (información) que favorecen el aumento de la productividad o disipación de recursos del sistema que se expresa por:

$$\frac{dY^I}{dt} + \frac{dL_Q}{dt} \frac{dY^I}{dL_Q} \quad (5)$$

La ecuación (3) es equivalente a la derivada total de:  $-\frac{dY^I}{dt}$

La ecuación (3) contiene el término adherente:  $K_s \frac{d^2 Y^I}{dL_Q^2}$

De esta forma, la parte izquierda de la ecuación muestra el proceso disipativo, los ritmos de disipación de los recursos en el tiempo tomando en cuenta el crecimiento de la calificación de trabajo  $K_N$ ; mientras que la derecha refleja el proceso de difusión o el de compensación, es decir, la optimización tanto de los recursos para la producción, como los bienes para el consumo. La ecuación es la expresión de la regla de retener el potencial de producir efecto económico que se formula de la manera siguiente: “los ritmos de la disipación de recursos no renovables del sistema durante un largo periodo se compensan por su optimización gracias al método de disipación mínima, lo que garantiza la integridad y realización de las funciones del objetivo principal, o sea, la conservación de homeóstasis”. La disminución del efecto económico, expresada en la parte izquierda sobre la base de limitar las relaciones entre los ritmos de la producción y los de crecimiento demográfico, se compensa para producir un efecto económico debido al nivel más alto de la organización del sistema, según se observa en la parte derecha. Esto es lo que explica la naturaleza ondulatoria de los ciclos económicos y ante todo de los ciclos largos de Kondratiev (2002), según los cuales se desarrolla la economía mundial.

La ecuación presenta la evolución estructural en forma de amplitud de las oscilaciones  $K_S$ . La acumulación de la información  $K_N = \frac{dN}{dt}$ , acelerando los

ritmos de disipación de recursos, se compensa por su introducción en el sistema, es decir, por la estructuración. En la parte derecha de la ecuación, se indica cómo la información se hace estructural y cómo sube el nivel de la organización sistémica a través de la modificación  $K_S$ . La información del sistema político se convierte en estructural de acuerdo con las reglas vigentes

de la estructura de política macroeconómica y las modificaciones en el sistema de las economías en periodo de transición. La modificación de amplitud de oscilaciones  $K_S$ , de máximo a mínimo, indica la acumulación de la información estructural, complejidad de la estructura sistémica o su evolución durante un largo periodo.

#### *Modelo del desarrollo del sistema económico-social*

El modelo se fija del modo siguiente:

$$\frac{dY^I}{dt} + \frac{dL_Q}{dt} \frac{dY^I}{dL_Q} = K_S \frac{d^2 Y}{dL_Q^2} \quad (6)$$

La condición de estabilidad es:  $Y''/L'' \geq 1$ .

### **7. Metodología del experimento numérico**

La tarea principal consiste en encontrar la función de producción, dado el cambio de la calificación del trabajo en el tiempo. El resultado no abarca el análisis del proceso del desarrollo. El objetivo de la simulación es obtener una solución numérica del problema inverso, determinar el coeficiente de la autoorganización  $K_S$  del sistema económico-social con respecto al PIB  $= Y$  y la calificación de trabajo  $L_Q = LK_N$ , que se determina de modo estadístico en intervalo de un año. La posición del coeficiente  $K_S$ , durante los años 1970-2000, muestra tanto el panorama del desarrollo como la evolución de estructura del sistema investigado durante un determinado periodo largo (en este caso, durante 30 años). La simulación se realiza con el programa MathCad 14. Gracias a este programa es posible no sólo encontrar las soluciones numéricas del  $K_S$ , sino formar una tendencia lineal de su cambio, lo que da una idea de la dirección y el carácter de procesos acumulativos, es decir, las tendencias en el sistema que se investiga.

Para demostrar detalladamente los cambios de este sistema, se determinó la estabilidad del desarrollo para cada valor del coeficiente, también a intervalo de un año. Junto con el problema de estabilidad se calcularon la primera y la segunda derivadas de las series estadísticas: del PIB ( $Y$ ); el número de la población ( $L$ ) y la calificación de trabajo  $L_Q = LK_N$ , donde  $K_N = \frac{dN}{dt}$  y  $N$  es

la cantidad de población con formación universitaria. Estas derivadas caracterizan muy bien la calidad de los principales procesos acumulativos en el sistema económico-social durante un periodo duradero y su conexión con el desarrollo; con los cambios de  $K_S$  y la estabilidad  $Y''/L''$ .

Así, el plan del experimento es:

- Determinar el coeficiente de la autoorganización; es decir, la eficiencia económica del sistema político  $K_S$  para cada sistema investigado a intervalo de un año durante el periodo, desde 1970 hasta 2000, a fin de elaborar una gráfica y una tendencia lineal.
- Elaborar una gráfica del crecimiento del PIB ( $Y$ ), durante el periodo investigado para el presente sistema y determinar su calidad; es decir, la velocidad del crecimiento  $Y'$  y sus características, además el ritmo de crecimiento  $Y''$ , o sea, la primera y la segunda derivadas de la serie estadística del PIB ( $Y$ ).

Según el plan expuesto, se presenta una gráfica de crecimiento de la población  $L$  y sus características, la primera derivada  $L'$  y la segunda  $L''$ . Se calcula la calificación de trabajo,  $L_Q = LK_N$  para los valores dados de  $L$  (número de la población) y de  $N$  (número de la población con formación universitaria) del presente sistema, y del periodo indicado (30 años, desde 1970 hasta 2000) a intervalo de un año, y se determina la calidad de la modificación de la calificación de trabajo  $L_Q'$ . Por último, se presenta una gráfica de estabilidad para el presente sistema, a cada intervalo de la solución  $K_S$ , durante todo el periodo. Los datos obtenidos de  $K_S$  se introdujeron en la ecuación del desarrollo y se resuelve el problema directo. La exactitud del resultado fue verificada comparando la gráfica del PIB generado con la simulación, con la del PIB observado (real).

Cabe señalar que se verifican todos los sistemas examinados. Para diferentes sistemas, el plan del experimento es el siguiente: en la 1ª etapa, aparece la simulación del desarrollo de grupos de países de la URSS–CEI y los de la CEE–UE; en la 2ª etapa están países como China e India; en la 3ª etapa está la Economía Mundial en total.

## 8. Fuentes de información

Para la simulación del desarrollo de diferentes sistemas económico-sociales, se analiza el periodo desde el año 1970 hasta el año 2000. Se eligió este intervalo con base en los datos estadísticos del número de la población con formación universitaria solo para el periodo indicado. Los datos estadísticos del PIB y los del número de la población fueron tomados de *The World Economy*<sup>2</sup>; los del número de la población con formación universitaria son

---

<sup>2</sup> A. Maddison, OCDE, 2003.

los de Lutz, Goujon y Sanderson.<sup>3</sup> Como los últimos datos se refieren sólo a 119 países (incluso Hong-Kong y China por separado), los cálculos numéricos también se refieren a este número de países. Al principio, el número de la población de países elegidos fue 93.7% de la población total del planeta. El volumen de su PIB es 95.2 % del volumen total del planeta. En consecuencia, se considera que la presente cantidad de información estadística es suficiente para describir las tendencias del desarrollo tanto de la economía mundial como la de los países y de sus grupos, para realizar el experimento numérico.

### 9. Análisis de los resultados obtenidos de las simulaciones

En primer lugar, se analiza el desarrollo de grupos particulares de los países de la Economía Mundial: la URSS-CEI, la CEE-UE. En segundo, países particulares como: China e India. Finalmente, el experimento consiste en la simulación del desarrollo de la economía mundial.

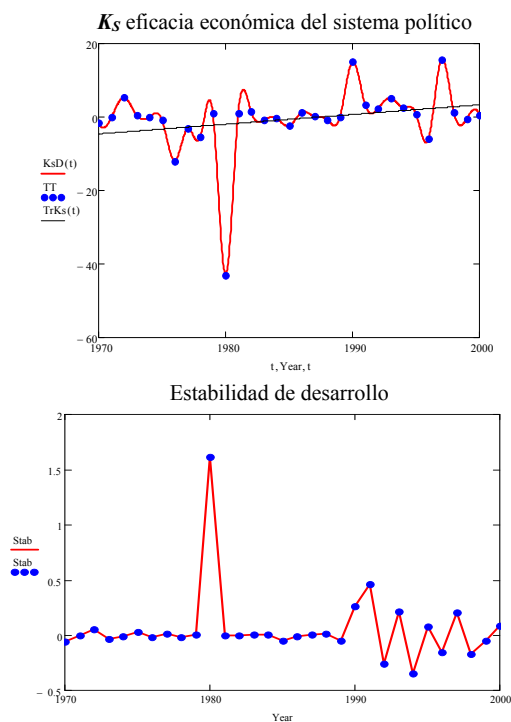
#### *Modelo de la simulación del sistema de la URSS-CEI*

Se modela el objeto económico considerado más interesante, el sistema de la URSS-CEI (figura 1). Se calcula el coeficiente de la eficiencia económica del sistema político  $K_S$ , de la tendencia lineal, su estado y estabilidad. En la primera gráfica mostrada en la figura 1, se demuestra que la tendencia de la eficiencia económica del sistema político  $K_S$  de la URSS desde 1970 tiende a 0 (cero), y cruza el punto de la eficiencia, cero, entre los años 1989-1990. Eso significa que la descomposición de la URSS y relacionado con este hecho histórico, la destrucción de su sistema político, están representadas en la gráfica de tendencia, cuando de 1989 a 1990,  $K_S$  obtiene el valor cero ( $K_S = 0$ ). En la figura 1 (segunda gráfica) se indica que el sistema social de la URSS, se estaba desarrollando establemente hasta 1989. Desde ese año, 1989, el indicador de la estabilidad empezó a desviarse de los anteriores, lo que puso en evidencia la aparición del estado inestable y la transformación del funcionamiento sostenido de un sistema económico-social a uno inestable, lo que es propio que suceda en una economía en transición.

---

<sup>3</sup> W. Lutz, A. Goujon, W. Sanderson (2007). Reconstruction of population by age, sex and level of educational attainment of 120 countries for 1970-2000 Vienna Yearbook of Population Research. W. Lutz, A. Goujon, W. Sanderson.

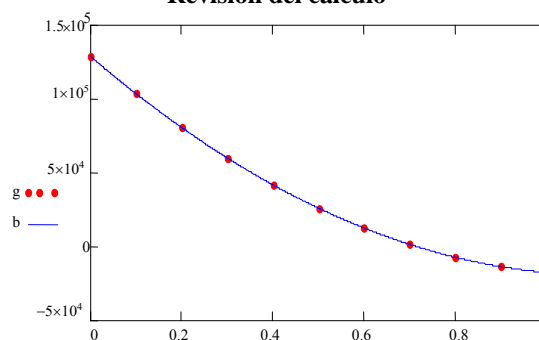
Figura 1  
Modelo de desarrollo de la URSS-CEI de los años 1970-2000



Fuente: elaboración propia.

Más adelante, se revisa el resultado obtenido, es decir, la solución numérica de la ecuación del desarrollo (figura 2). Gracias a la revisión es posible afirmar que la solución numérica de la ecuación del desarrollo es exacta y corresponde a las condiciones del problema planteado.

Figura 2  
Revisión del cálculo



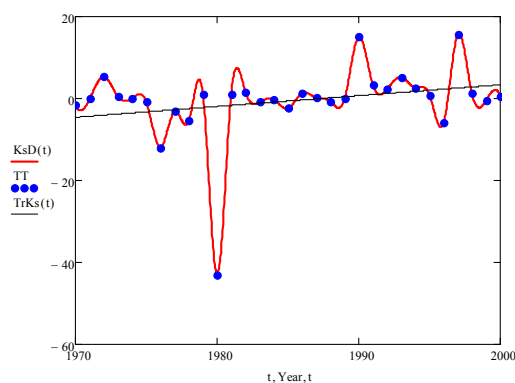
Fuente: elaboración propia.

Este grupo (URRS-CEI) incluye los países que formaban parte de la URSS hasta el año 1990 y la CEI después de este año. Los países-miembros de la UE como Moldova, Georgia y los del Báltico no se incorporan por ausencia de los datos estadísticos en cuanto a la cantidad de las personas con formación universitaria. Los puntos deben colocarse sobre la línea.

La simulación permite presentar el desarrollo de los procesos acumulativos en el sistema de la URSS-CEI y resumir la estructura del territorio postsoviético, así como las causas de la descomposición de la URSS. El análisis de la figura 3 señala, que el valor del coeficiente de la eficiencia económica del sistema político  $K_S$  se reduce a cero, y refleja la descomposición del sistema político de la URSS. La tendencia también demuestra que después de la descomposición de la URSS, el carácter negativo del coeficiente pasó a ser positivo. Esta transformación indica que, hasta el año 1990, el valor de eficiencia económica del sistema político unitario de la URSS era más bajo que el sistema de autoadministración de los países-miembros de la CEI, después del año 1990.



Figura 3  
 **$K_s$ , Eficacia económica del sistema político de la URSS-CEI**

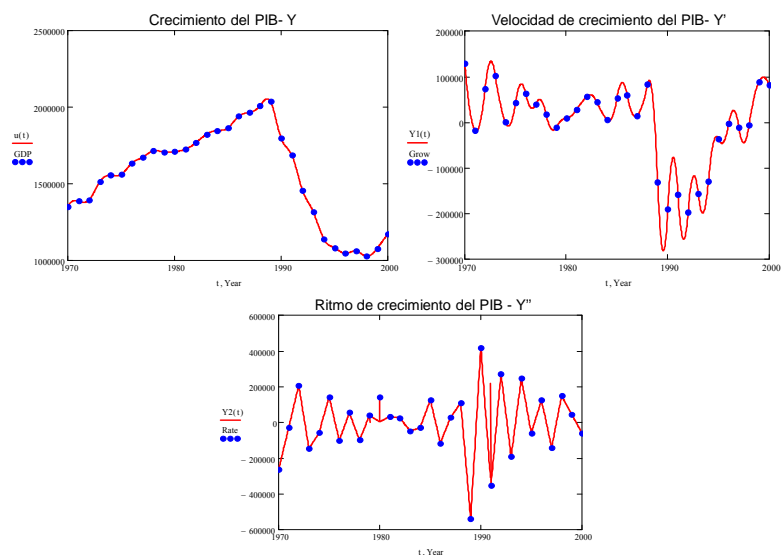


Fuente: elaboración propia.

Asimismo, la gráfica de la estabilidad, en la figura 6, explica la situación. Durante los años 1989-1990, el sistema de la URSS-CEI cambió el régimen del funcionamiento de adaptación al régimen de bifurcación. El estado inestable -después de 1989- indica la discordancia de la política macroeconómica de los países de la CEI, que difiere de la centralizada política económica coordinada hasta el año 1990 y, también, la falta de los institutos supranacionales para coordinar los objetivos de la política macroeconómica de los países de la CEI. Eso, a su vez, supone las conclusiones a las que se llega, según se verá. Las gráficas, en las figuras 4, 5 y 6, aclaran la esencia de las tendencias principales en el sistema de la URSS-CEI, las cuales duran ya 30 años y persisten hasta la actualidad. El dinamismo del PIB hace ver que hasta el año 1989, este crecía con una tendencia positiva, lo que muestran las gráficas de velocidad  $Y'$  y las de ritmos del crecimiento  $Y''$  (figura 4). Desde el año 1989, la dirección de la tendencia de crecimiento del PIB sigue variando.

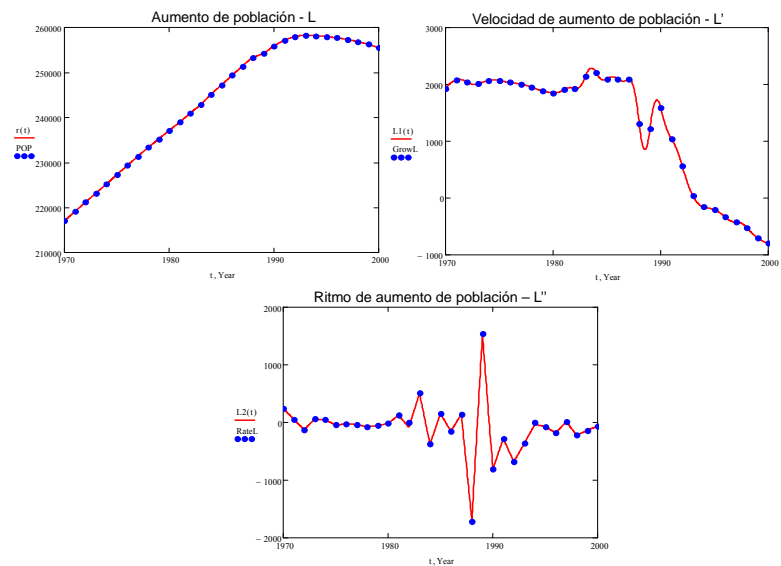
Desde 1989 hasta 1999, el decrecimiento drástico del PIB se presentó con aceleración positiva. Desde 1989, la dinámica del número de la población  $L$  también refleja la disminución con aceleración negativa (figura 5). La reducción en el número de la población se acelera y muestra tendencia hacia el equilibrio, lo que entra en contradicción con la previsión de la ONU, en cuanto al aumento de dicho número hasta el año 2050 para los países-miembros de la CEI, en donde se observa una disminución considerable; en Ucrania, por ejemplo, hasta de 30 a 33 millones.

Figura 4  
Crecimiento del PIB de la URSS-CEI



Fuente: elaboración propia.

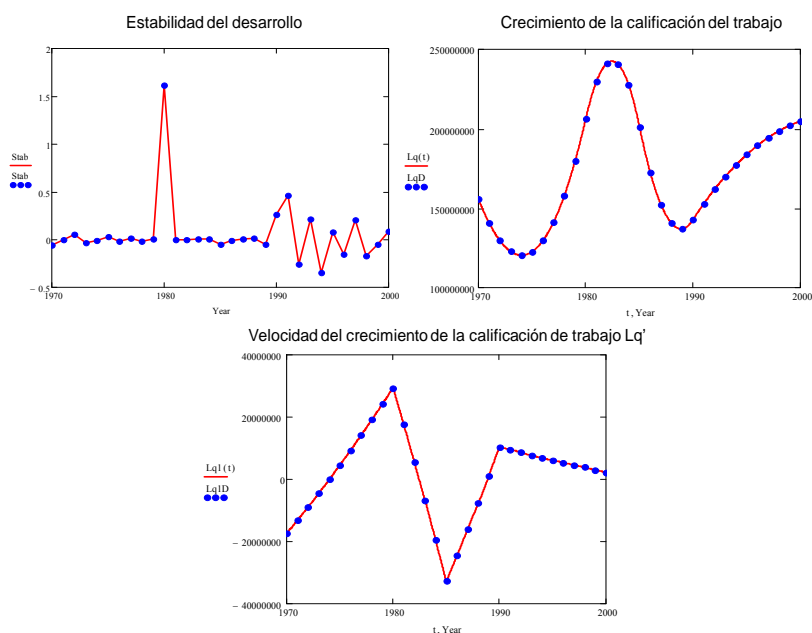
Figura 5  
Aumento de la población de la URSS-CEI



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica del cambio de la calificación de trabajo  $L_Q$  (figura 6), se puede observar la dinámica positiva de la calificación de trabajo de la población de la URSS hasta el año 1981. Durante los años 1981-1982, la tendencia de la calificación de trabajo cambió su valor positivo a negativo y la calificación de trabajo de la población empezó a bajar desacelerándose hasta el año 1985 y, contrariamente, se acelera después de 1985 hasta 1990. En 1990 la tendencia cambió. La dinámica se volvió positiva desacelerándose, lo que evidencia el ritmo lento del crecimiento de la calificación de trabajo en los países de la CEI. El salto cualitativo de la calificación de trabajo en el año 1990 caracteriza el inicio de la integración independiente de los países de la CEI con la Economía Mundial y, la formación de su propia posición en la división internacional de trabajo, para cada país.

Figura 6  
Estabilidad del desarrollo y crecimiento de la calificación del trabajo –  
Lq de la URSS-CEI



Fuente: elaboración propia.

De lo expuesto, resulta lo que enseguida se sintetiza. La eficiencia económica baja del sistema político provocó la tendencia negativa de la

caída de la calificación de trabajo  $L_Q$  y predestinó la descomposición del sistema político de la URSS. A su vez, la tendencia negativa que es considerada la base de la función de producción, predeterminó la caída del PIB de la URSS durante los años 1988-1990. En las condiciones de alto nivel de consumo, en los países con avance tecnológico, tanto la caída a saltos del PIB como la de la calificación de trabajo causaron la inestabilidad social y la reestructuración del sistema político de la URSS, ahora convertida en la CEI. La gráfica de la estabilidad presenta no sólo un cambio de los regímenes del funcionamiento sino una etapa de transformación de la URSS-CEI, cuando se forman tanto nuevos institutos supranacionales como nuevas condiciones de la cooperación entre países.

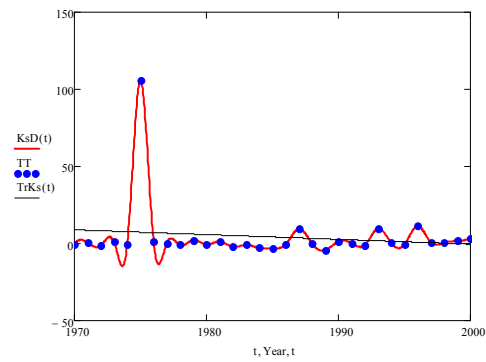
Después de 1990, la ausencia de estabilidad del sistema de la URSS-CEI llevó a una política macroeconómica no coordinada entre los países de la CEI. Según lo dicho, es posible notar que la condición necesaria del desarrollo económico sostenido para todos los países de la CEI, incluso la Federación Rusa, es la formación rápida de institutos supranacionales que coordinen la política macroeconómica que se sigue en la UE.

Los intereses económicos y las orientaciones de la política macroeconómica de un país (por ejemplo, de la Federación Rusa) no pueden considerarse como una dominante en la formación de las relaciones entre países. Eso retrasa el desarrollo de todo el grupo de los países de la CEI, incluso la Federación Rusa, y aumenta el atraso del grupo respecto de los países desarrollados.

#### *Modelo de la simulación del sistema de la CEE-UE*

La gráfica  $K_S$  (figura 7) muestra alta eficiencia económica del sistema político de la Unión Europea, en vía de formación y desarrollo. La tendencia  $K_S$  es hacia el punto cero, sin cruzarlo. Sin embargo, el carácter negativo de la tendencia, aunque poco expresado, pronostica que, en el primer cuarto del siglo XXI, la UE tendrá algunos problemas en el sistema político y que el proceso de la expansión habrá de detenerse. No obstante, la dinámica y las características de los indicadores básicos muestran una situación bastante satisfactoria.

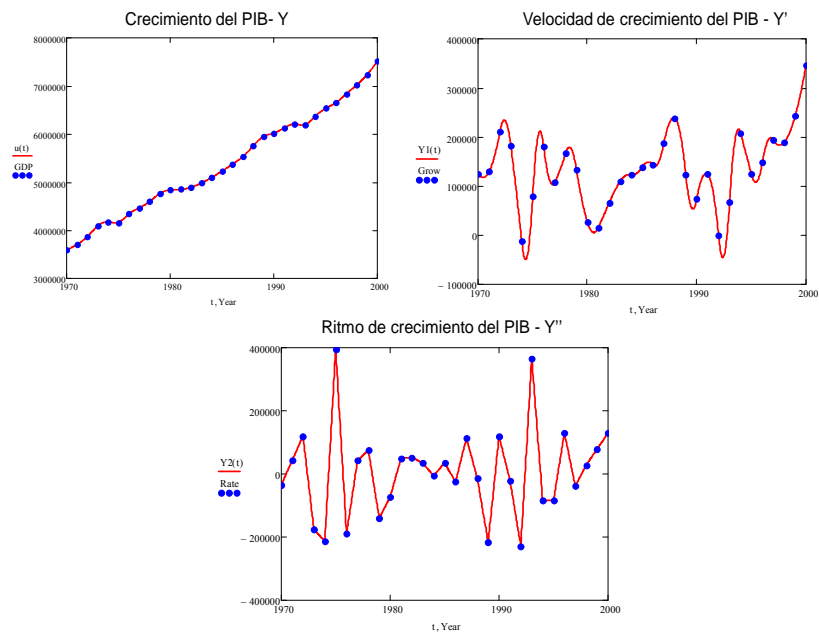
Figura 7  
**K<sub>s</sub>, Eficacia económica del sistema político de la UE**



Fuente: elaboración propia.

El PIB de los países-miembros de la UE crece progresivamente (figura 8).

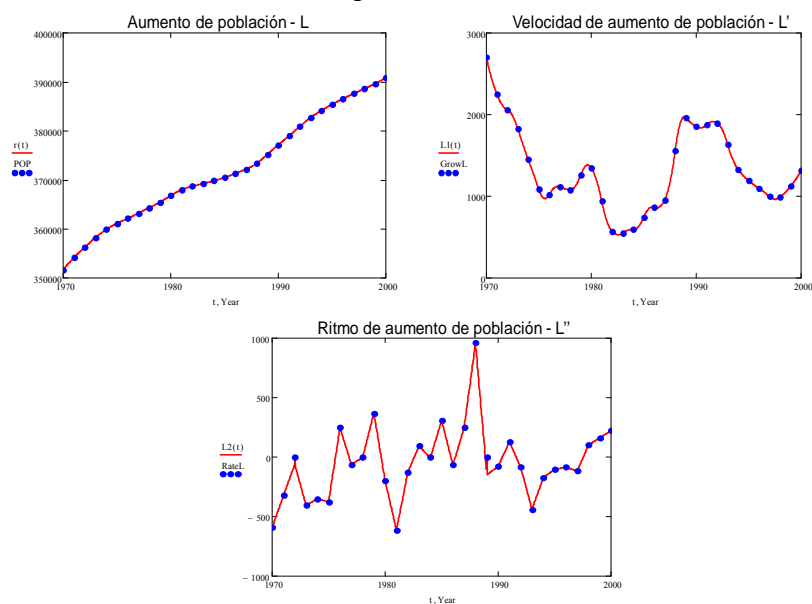
Figura 8  
**Crecimiento del PIB de la UE**



Fuente: elaboración propia.

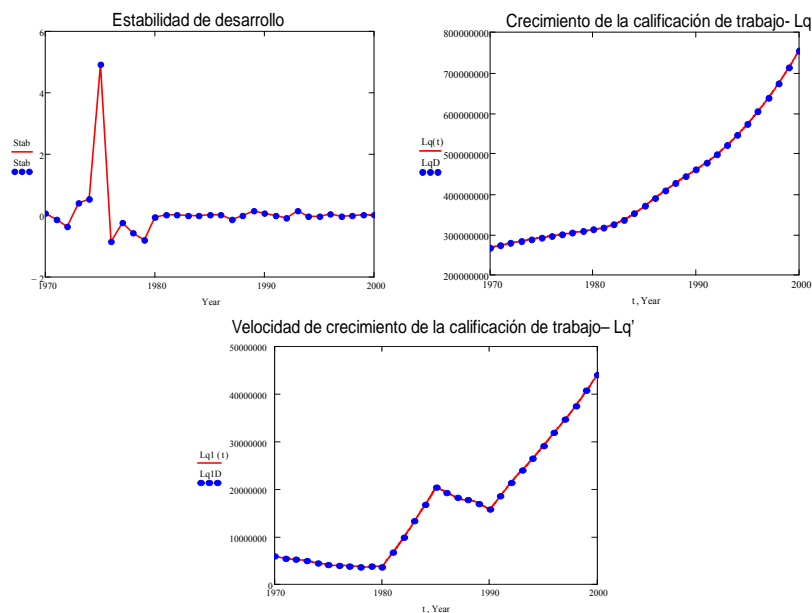
La dinámica de la desaceleración de aumento de la población no impide el crecimiento del PIB (figura 9), con esto, la calificación del trabajo se incrementa progresivamente (figura 10). Por su parte, la situación del desarrollo del sistema de la CEE y el de la UE está resumida en la gráfica de la estabilidad donde se muestra el desarrollo sostenido de la Comunidad de Europa Occidental, durante los años 1976-1977. La expansión secuencial de la UE, es decir, el número de los países incorporados en la UE (desde 15 hasta 27) no impiden la estabilidad en el ámbito económico de la UE, o sea, su desarrollo.

Figura 9  
Aumento de la población de la CEE-UE



Fuente: elaboración propia.

Figura 10  
**Estabilidad del desarrollo y crecimiento de la calificación del trabajo –  
 Lq de la CEE-UE**



Fuente: elaboración propia.

Finalmente, el análisis que se ha presentado permite deducir las siguientes conclusiones:

Por un lado, el sistema político democrático, con una oposición activa y eficaz frente al nivel nacional, asegura el desarrollo sostenido de la UE. Tal sistema forma una política macroeconómica que se considera es efectiva u óptima.

Por el otro, la concordancia de los objetivos principales de la política macroeconómica de varios países se observa en el nivel supranacional. La Unión Europea dispone de las instituciones supranacionales en cuanto a la coordinación de las tareas principales de la política macroeconómica, para todo el espacio económico de la UE, lo que constituye la base del desarrollo estable.

En consecuencia, los principios institucionales de la integración de la CEE-UE basados sobre la constitución de los organismos de acuerdo político nacional entre varios países y grupos civilizados, dentro de los límites de un

sistema económico-social, pueden ser el eje para formar estrategias del proceso de integración en el territorio postsoviético dentro de la CEI.

#### *Modelo de la simulación del sistema de China*

El análisis del coeficiente de la eficiencia económica del sistema político  $K_S$  de China muestra que:

- La línea de tendencia  $K_S$  cruza el punto cero adquiriendo una amplitud igual a 0 ( $K_S = 0$ ) alrededor de los años 1986-1988. En este mismo periodo, en China, se observa la reorganización con el desplazamiento hacia las relaciones de mercado, lo que se conecta con la reorganización o Perestroyka durante el gobierno del Sr. Gorbachov en la URSS.
- No es sino hasta los años 1986-1988 cuando se observa el desarrollo bastante estable del sistema chino. Entonces,  $K_S$  (figura 11) y el indicador de la estabilidad (figura 14) resultan constantes. Esto demuestra que, hasta los límites ya conocidos que necesitan la determinación futura, el sistema político unitario tanto de China como el de la URSS se desarrollan de manera sostenible y se ven constantes.

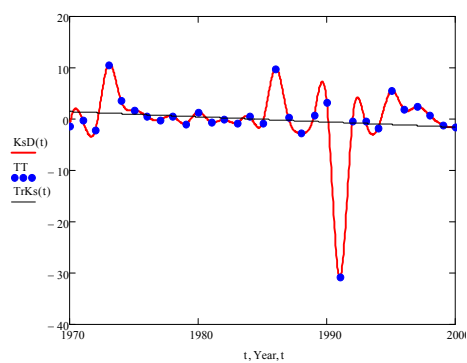
Sin embargo, durante los años 1987-1993 no se observa la misma situación. En el año 1993, el sistema chino perdió la estabilidad y pasó al régimen de bifurcación en cuanto a su funcionamiento. Eso hace evidente la amplitud de oscilaciones de  $K_S$ , desde el año 1990 (figura 11), y la de estabilidad (figura 14). Lo expuesto indica la falta de reacción del sistema político de China en relación con la velocidad de las modificaciones. Esto evidencia una de las particularidades de la eficiencia económica en cualquier sistema político, o sea, la velocidad de la reacción a los cambios de los indicadores macroeconómicos y la formación de la política macroeconómica, correspondiente. En otros términos, el proceso de tomar decisiones y la calidad de la política macroeconómica no permiten determinar que el sistema político de China sea altamente eficaz.

El ritmo de crecimiento del PIB se considera positivo; pero, desde el año 1994, se observa una desaceleración considerable (figura 12). De esta forma, el ritmo de crecimiento y el sistema en su totalidad se ven inestables. El ritmo de crecimiento de la población  $L$  es satisfactorio pero está desacelerándose constantemente (figura 13). El crecimiento de la población se desacelera como ya se vio, desde el año 1986. El ritmo de crecimiento de la calificación de trabajo es satisfactorio aunque se observa una desaceleración considerable de aumento de la población a partir del año 1986 (figura 14). En este mismo año, se quiebra la estabilidad del desarrollo de China y el sistema comienza a desarrollarse según el mecanismo de bifurcación y este último se hace inestable desde el año 1993, lo que trae las



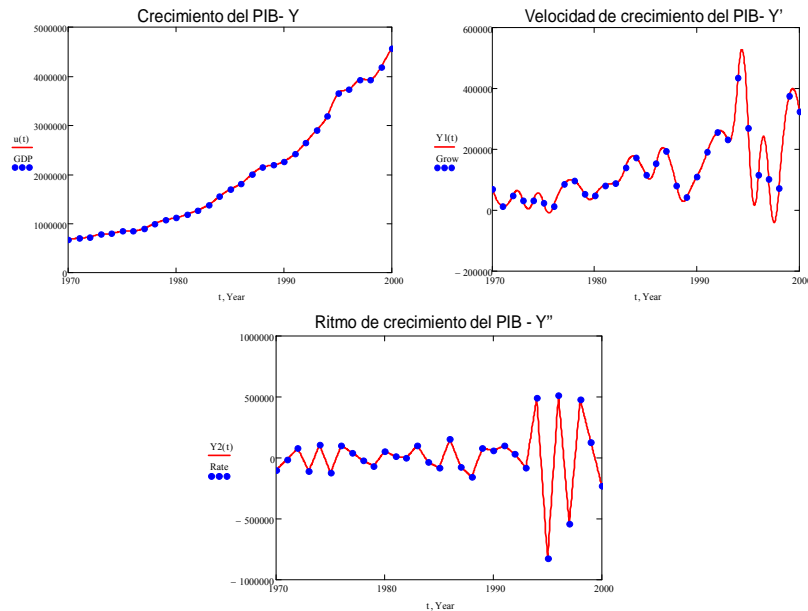
consecuencias negativas en el desarrollo del sistema de China (figura 14, gráfica de la derecha).

Figura 11  
**K<sub>S</sub>, Eficacia económica del sistema político de China**



Fuente: elaboración propia.

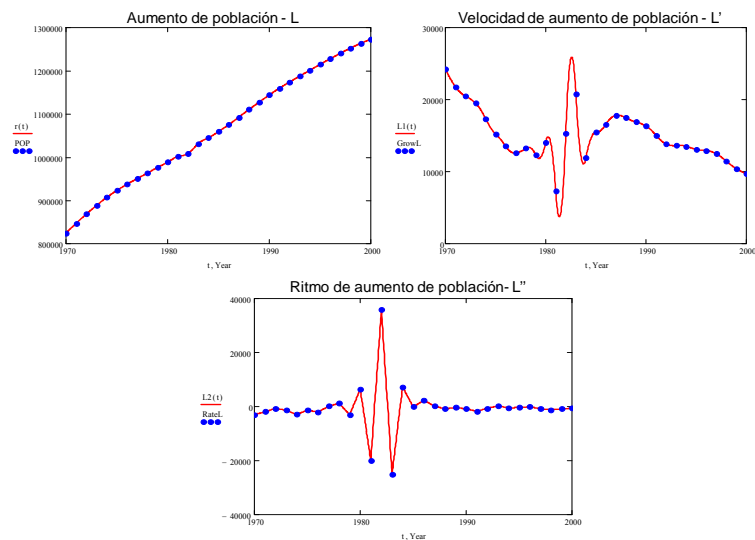
Figura 12  
**Crecimiento del PIB de China**



Fuente: elaboración propia.

Figura 13

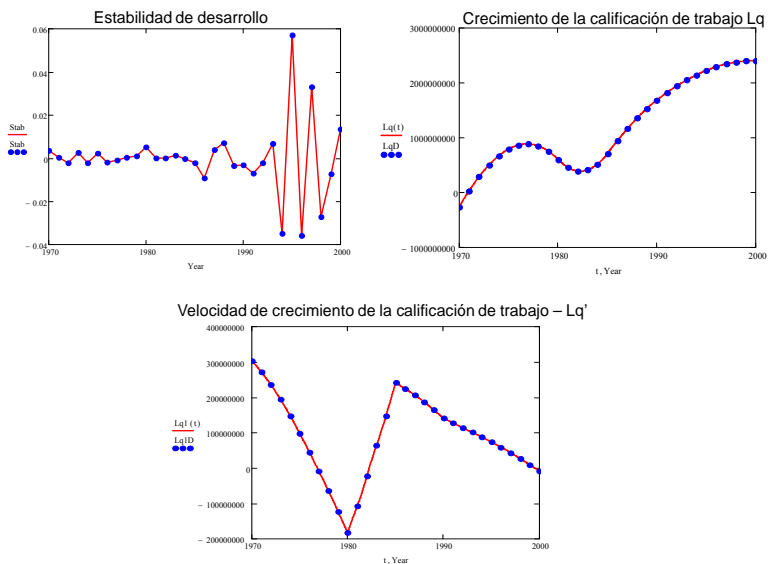
**Aumento de la población de China**



Fuente: elaboración propia.

Figura 14

**Estabilidad del desarrollo y crecimiento de la calificación del trabajo –  $Lq$  de China**



Fuente: elaboración propia.

De todo lo expuesto, para el sistema económico de China, se deduce:

1. El sistema económico-social se desarrollaba desde 1970 hasta 2000 y reflejaba las siguientes tendencias: desaceleración constante de los ritmos de crecimiento del PIB, del aumento de la población y de la calificación de trabajo.
2. El régimen de adaptación del sistema se cambió por el de bifurcación y, como consecuencia, ese sistema pasó del estado sostenible al inestable.
3. El cambio del régimen tiene lugar alrededor de los años 1990 (1987-1993).

Por otra parte, del análisis recién presentado, se concluye que:

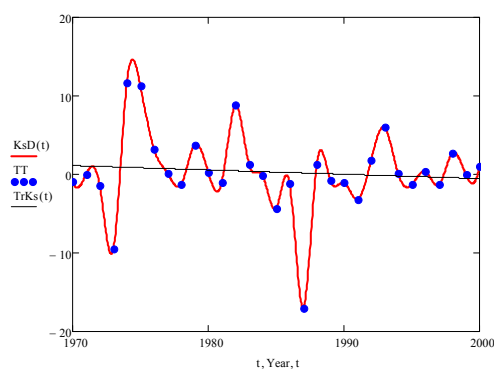
1. El paso del desarrollo de la República China al siglo XXI es acompañado por tendencias desfavorables, es decir, la desaceleración de todos los procesos acumulativos: del crecimiento del PIB, del número de la población y de la calificación de trabajo. Así mismo las tendencias siguen mostrando retardo en el siglo XXI.
2. El sistema de China pasó al régimen de bifurcación y al estado inestable. El sistema debe reestructurarse respecto de sus institutos políticos. El desarrollo de China se hará sostenido sólo cuando se detenga este proceso de bifurcación.
3. La reorganización hacia la economía de mercado volvió al sistema político vigente de China más eficaz que antes, pero no tanto como el sistema del modelo “democrático” de los países de la UE, EEUU y Japón. China es un país transitorio que está en la fase de transformación de la sociedad, a pesar de los considerables logros económicos.
4. Se puede afirmar que en dichas condiciones China no será uno de los líderes mundiales en la economía (a corto plazo, hasta dentro de unos 15 años; a mediano plazo, hasta en unos 30).
5. La moneda nacional de China no será considerada una de las monedas básicas de la Economía Mundial, no a corto ni a mediano plazos.

#### *Modelo de la simulación del sistema de la India*

A diferencia de China, el análisis del coeficiente de la eficiencia económica del sistema político de la India  $K_S$  muestra un desarrollo inestable, caracterizado por una amplitud considerable de oscilaciones  $K_S$  (figura 15).

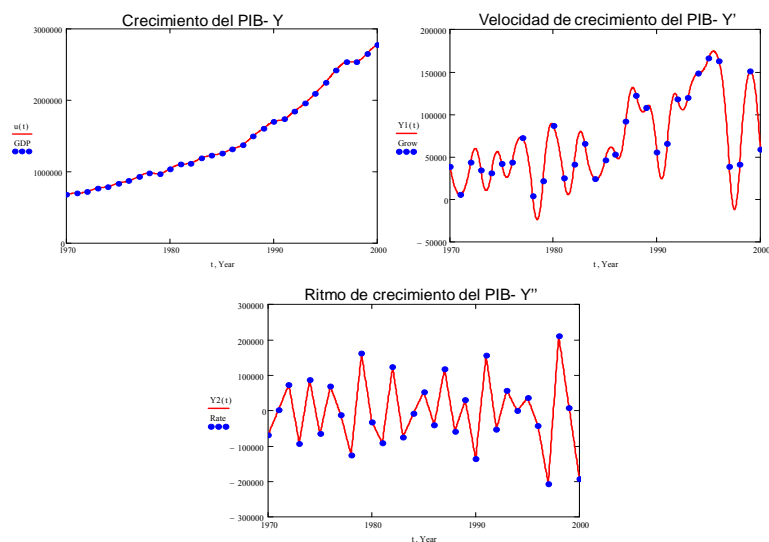
En el año 1987, la tendencia del  $K_S$  se acerca y cruza la línea de la amplitud cero alrededor del punto que corresponde al año 1990; desde el año 1991, el desarrollo se hace estable (figura 18) y las oscilaciones del  $K_S$  también disminuyen a partir del año 1991. Esto significa que el sistema político de la India empezó a subir su eficiencia en los años 1990. El ritmo de crecimiento de la población de la India ( $L$ ) es satisfactorio con una tendencia de aceleración positiva que se retrasó un poco en los años 90 del siglo XX (figura 17). No obstante que tal retardo implica una desaceleración, el ritmo del PIB es satisfactorio, es decir, evoluciona progresivamente (figura 16). La dinámica de la calificación de trabajo es satisfactoria, ya que acelera rápidamente el ritmo a partir del año 1990 (figura 18). El desarrollo del sistema de la India modifica su estado pasando a la estabilidad, alrededor del punto correspondiente al año 1990 (figura 18). Aquí se observa la correlación particular entre la estabilidad del desarrollo y el modo fraccionado de crecimiento de la calificación de trabajo  $L_Q$ .

Figura 15  
 **$K_S$ , Eficacia económica del sistema político de la India**



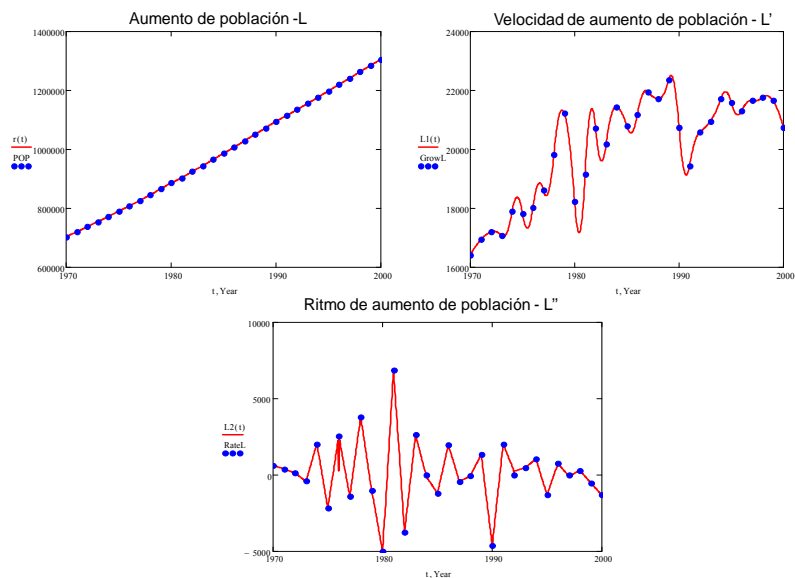
Fuente: elaboración propia.

Figura 16  
Crecimiento del PIB de la India



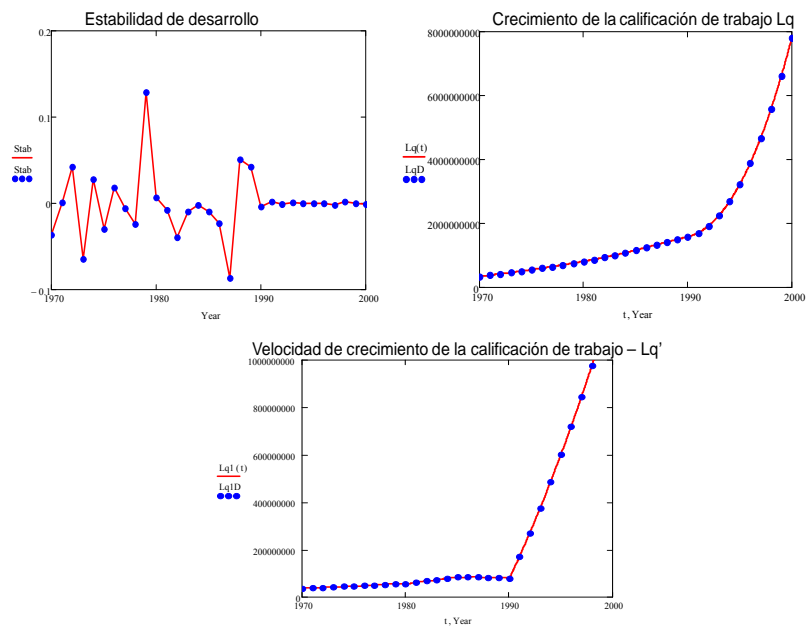
Fuente: elaboración propia.

Figura 17  
Aumento de la población de la India



Fuente: elaboración propia.

Figura 18  
Estabilidad del desarrollo y crecimiento de la calificación del trabajo –  $L_Q$ , de la India



Fuente: elaboración propia.

Así, el análisis anterior posibilita llegar a las siguientes conclusiones:

1. La India modificó el régimen de bifurcación al de adaptación en el punto correspondiente al año 1990; es decir, pasó del estado inestable de la transformación al estable del desarrollo económico sostenido. La India pasó del periodo de la transformación de un país en vía de desarrollo al estado de un país desarrollado.
2. El desarrollo del sistema económico-social de la India pasó al siglo XXI con tendencias positivas en cuanto al crecimiento del PIB, al crecimiento de la población  $L$  y a la calificación del trabajo  $L_Q$ .
3. El crecimiento de la calificación del trabajo de la India corresponde al  $L_Q$  de Japón y los países de la UE.
4. Tomando en cuenta el hecho de que, el número de la población de la India crece progresivamente y supera considerablemente tanto el número de la

población de Japón, EEUU y los países de la UE como el crecimiento de la calificación del trabajo, esto permite afirmar que la India será uno de los líderes económicos del siglo XXI. Además, la rupia pretenderá posicionarse como una de las monedas mundiales.

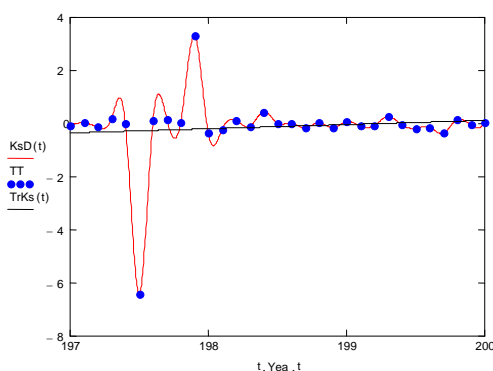
#### *Modelo de la simulación del sistema de la economía mundial*

El análisis del coeficiente de la eficiencia económica del sistema político de la Economía Mundial  $K_S$  (figura 19) muestra que, desde la segunda mitad de la década de 1980, la Economía Mundial empezó a desarrollarse con estabilidad y funcionar efectivamente, desde el punto de vista económico. La tendencia lineal del  $K_S$  de la Economía Mundial cruza la línea de la amplitud de cero que corresponde al año 1990.

Cabe señalar que alrededor de dicho año, se vio la descomposición del sistema político de la URSS-CEI. La constitución bipolar del sistema político mundial pasó al modelo monopolar, según el cual los Estados Unidos ocuparon la posición dominante. El ritmo de crecimiento del PIB se ve satisfactorio, con tendencia positiva (figura 20). El ritmo de crecimiento de la población es favorable, pero se observa una desaceleración considerable desde el año 1994 (figura 21). El ritmo de crecimiento de la calificación del trabajo  $L_Q$  de la Economía Mundial es satisfactorio, lo que favorece el crecimiento rápidamente desde el año 1990 (figura 22). La gráfica de la estabilidad indica que el proceso del desarrollo se modifica cualitativamente alrededor del punto correspondiente a los años de 1990 (1988-1991). El régimen inestable de la Economía Mundial se cambió por el estable y está desplazándose hacia el desarrollo económico sostenido.

Figura 19

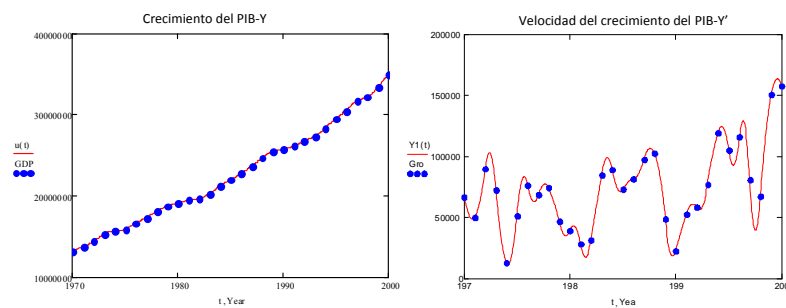
#### **$K_S$ , Eficacia económica del sistema político de la economía mundial**



Fuente: elaboración propia.

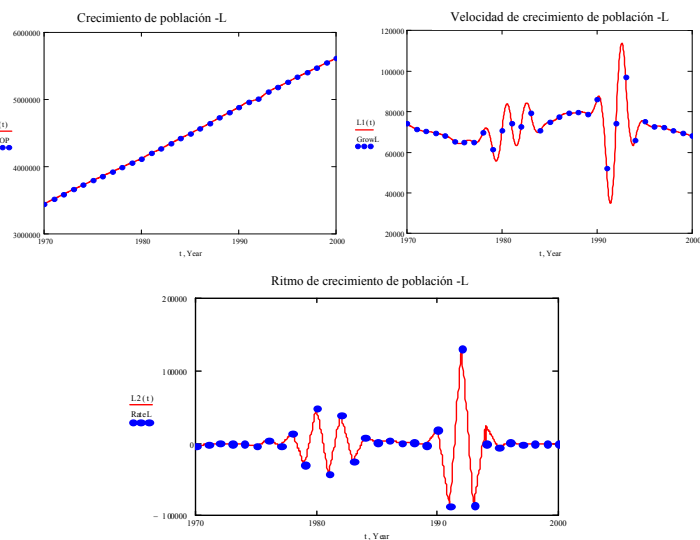
Es importante mencionar que desde los últimos años de 1980, se observó una difusión activa de nuevas tecnologías de procesamiento y transmisión de la información, como teléfonos celulares, internet, computadoras, entre otras tecnologías. De conformidad con los ciclos de Kondrátiev, el año 1990 se caracteriza por un límite de los ciclos o el cambio, de la tendencia al alza por una tendencia a la baja, lo que provoca la modificación de la constitución tecnológica de la Economía Mundial.

Figura 20  
**Crecimiento del PIB de la economía mundial**



Fuente: elaboración propia.

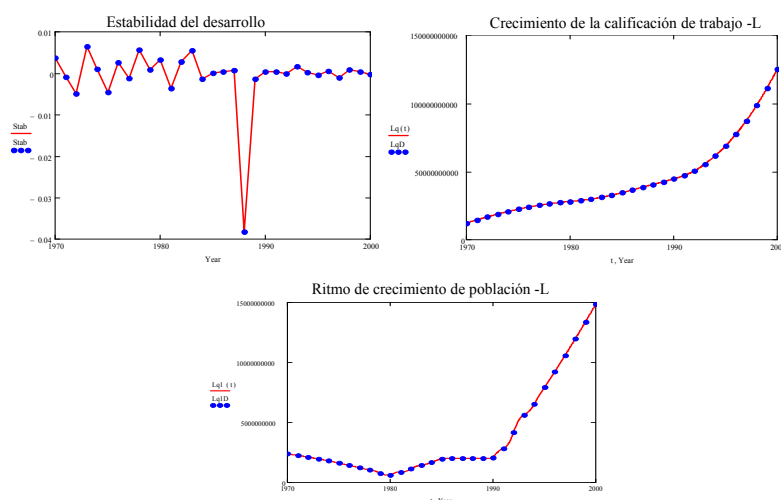
Figura 21  
**Aumento de la población de la economía mundial**



Fuente: elaboración propia.



Figura 22  
Estabilidad del desarrollo y crecimiento de la calificación del trabajo –  
Lq de la economía mundial



Fuente: elaboración propia.

## Conclusiones

Los resultados de la simulación permiten afirmar lo siguiente: la ecuación del desarrollo basada en los principales procesos acumulativos, es decir, en las tendencias según Kondratiev, describe correctamente el desarrollo de sistemas económico-sociales durante periodos largos y refleja tales especialidades de complicados sistemas económico-sociales, como: cambio de regímenes de funcionamiento, autoorganización y el carácter ondulado de ciclos largos de Kondratiev.

Los modelos de desarrollo de diferentes sistemas económico-sociales, basados en dicha ecuación, permiten analizar no sólo el desarrollo sino sus efectos: principales tendencias acumulativas, cambio de los regímenes de funcionamiento y calidad de dicho desarrollo.

La modificación de la amplitud de oscilaciones del  $K_S$  presenta la evolución de la estructura sistémica, es decir, explica el proceso del desarrollo.

El alza de la amplitud de oscilaciones del  $K_S$  significa la ausencia del estado sostenido y su transformación en inestable, dada la disminución de eficiencia de la política macroeconómica corriente.

La reducción de la amplitud de oscilaciones del  $K_S$  demuestra la acumulación de la información estructural gracias a la formación de nuevos institutos y a la estructura de una política macroeconómica que aumenta la eficiencia económica total del sistema que, a su vez, lo hace volver a la forma estable.

El cambio de estados y de regímenes del sistema, expresado por la transformación de las oscilaciones del  $K_S$ , aclara el proceso de la autoorganización que garantiza la estabilidad del desarrollo del sistema económico-social, durante mucho tiempo.

De acuerdo con las ondas largas de Kondrátiev, en el sistema Económico Mundial se observa un cambio de regímenes económicos alrededor de 1990 (1987-1993). Así, la teoría de la existencia de ondas largas de Kondrátiev, que hasta ahora se basa sobre el análisis de los datos empíricos, ha sido puesta en la práctica, gracias al presente experimento numérico.

#### Referencias

- Aghion Ph. and P. Howitt (1998). "Endogenous Growth Theory." London: The MIT Press.
- Barro R. J. and X. Sala-i-Martin (2004). "Economic Growth. Second edition." London: The MIT Press, 23-56, 85-135, 217, 226 – 230, 247-267, 398, 310-313.
- Берже П., И. Помо, К. Видаль (1991). "Порядок в хаосе." М.: Мир.  
Bergé P., I. Pomó, K. Vidal (1991). "Orden en el caos."
- Чистилин Д. К. (2004). "Самоорганизация мировой экономики: евразийский аспект." М.: «Экономика», с. 84-94; 111-112.  
Chistilin D.K. (2004). "Autoorganización de economía mundial: aspecto eurasiático."
- Филатов А.Н. (2003). "Теория устойчивости." М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований.  
Filátov A. N. (2003). "Teoría de estabilidad."
- Foley, Duncan K. and Thomas R. Michel (1999). "Growth and Distribution." London: Harvard University Press, 136-174.
- Grossman G. M. and E. Helpman (2001). "Innovation and Growth in the Global Economy." The MIT Press, 24 - 42.

- Haken H. (1977). "Synergetics: An Introduction." Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kuznets S. (1973). "Population, Capital and Growth." New York.
- Кондратьев Н.Д. (1989). "Основные проблемы экономической статики и динамики." М.: Экономика.
- Kondratiev N.D. (1989). "Problemas principales de estática y dinámica."
- \_\_\_\_\_ (2002). "Большие циклы конъюнктуры и теория предвидения." М.: Экономика, с. 503-507.
- Kondratiev N.D. (2002). "Ciclos grandes de coyuntura y la teoría de previsión."
- Малкин И.Г. (1966). "Теория устойчивости движения." М.: Наука.
- Malkin I.G. (1966). "Teoría de la estabilidad de movimiento."
- Rostow W.W. (1956). "The take-off into self-sustained growth." *Economic Journal* 66, 25- 48.
- Рыженков А.В. (2003). "Модели циклического роста." Новосибирск, ИЭ и ОПП СО РАН.
- Ryzhenkov A.V. (2003). "Modelos de crecimiento cíclico."
- Стенгерс И., И. Пригожин (1986). "Порядок из Хаоса." М.: Прогресс.
- Stengers I. and I. Prigoghy (1986). "Orden del Caos."
- Тодаро М.П. (1997). "Экономическое развитие." М.: Юнити, с. 82-91.
- Todaro M.P. (1997). "Desarrollo económico."
- Хансен, Э. (1997). "Экономические циклы и национальный доход." М.: Экономика, Т.2, с.277-296.
- Jansen E. (1997). "Ciclos económicos y la renta nacional."
- Харрод, Р. (1997). "Теории экономической динамики." М.: Экономика, Т 1, с. 41-186.
- Járrod R. (1997). "Teorías de dinámica económica."
- Шумпетер Й. (1982). "Теория экономического развития." М.: Прогресс.
- Shumpeter Y. (1982). "Teoría de desarrollo económico."